

DAS BLUTVOLUMEN
BEI ALTEN CHIRURGISCHEN PATIENTEN

Renate Lillemeyer, geb. Kunkel

1968

AUS DEM ANAESTHESIE-ZENTRUM DER UNIVERSITÄT MARBURG
(Leiter: Prof.Dr.H.OEHMIG)
UND DER CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK MARBURG

D A S B L U T V O L U M E N
B E I A L T E N C H I R U R G I S C H E N P A T I E N T E N

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Renate L i l l e m e i e r
geb. Kunkel

aus Berlin

Marburg 1968

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 8.8.1968
und gedruckt mit der Genehmigung der Fakultät

Dekan: Prof.Dr.med.R.SIEGERT
Referent: Prof.Dr.med.H.OEHMIG
Korreferent: Priv.-Doz.Dr.med.Ch.HERFARTH



INHALTSVERZEICHNIS

I.	<u>Allgemeiner Teil</u>	Seite
1.0	Einleitung und Problemstellung	1
2.0	Definition des Blutvolumen	2
2.1	Durchschnittswerte und Bezugsgrößen des Blutvolumen	2
2.2	Regulation des Blutvolumen	3
2.3	Verteilung des Blutvolumen	4
3.0	Blutvolumenveränderungen bei Krankheits- bildern	5
3.1	Blutvolumen bei Herzpatienten	5
3.2	Blutvolumen bei Fettleibigen	6
3.3	Blutvolumen bei Karzinompatienten	7
3.4	Blutvolumen im Schock	7
3.5	Weitere Krankheitsbilder mit Blutvolumen- veränderungen	7
II.	<u>Spezieller Teil</u>	
4.0	Auswahl und Einteilung der Probanden	10
5.0	Methode der Blutvolumenbestimmung	10
6.0	Berechnungen	12
7.0	Ergebnisse	13
7.1	Männliche Probanden	14
7.2.	Weibliche Probanden	15
7.3.	Probanden mit speziellen Krankheits- bildern	16
8.0	Besprechung der Ergebnisse	17
8.1	Vergleiche mit anderen Autoren	17
8.2	Auswertung der eigenen Blutvolumen- messungen	19
9.0	Zusammenfassung	22
10.0	Einzelwerttabellen	23
III.	Literaturverzeichnis	34



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554409_0079

I. Allgemeiner Teil

1.0. Einleitung

Die Kreislaufstabilität alter Menschen soll u.a. durch ein Blutvolumen-Defizit von 20-30% erklärbar sein (HEGEMANN). Bei Patienten mit konsumierenden Erkrankungen, Tumor, Kachexie, chronischen Eiterungen usw. wurden zwar verminderte Blutvolumina gemessen. Diese Daten auf alle alten Patienten zu übertragen erscheint jedoch deshalb nicht korrekt, weil sich diese Patienten im Zustand der Immobilisation befinden. Auch immobilisierte junge Patienten haben signifikant weniger Blutvolumen als gleich alte Probanden, die sich normal bewegen (SJÖSTRAND).

Die klinische Erfahrung spricht jedenfalls dagegen, daß alle alten Menschen ein BV-Defizit haben. Im chirurgischen Schrifttum gibt es bisher noch keine Angaben über das Blutvolumen eines Kollektivs alter chirurgischer Patienten, das z.B. beim Klinikeintritt auf sein Blutvolumen hin untersucht wurde.

Die Frage nach dem BV alter Menschen stellte sich noch aus einem anderen Grund:

Es ist möglich, durch eine Anhebung des Blutvolumens um etwa 20% den Kreislauf alter Menschen zu stabilisieren. Zur Erklärung dieser Stabilisierung sind zwei Möglichkeiten denkbar:

1. eine bestehende Hypovolämie wird beseitigt und dadurch die Regulationsbreite des Gesamtkreislaufs wiederhergestellt,
oder
2. es wird eine vorübergehende "Kreislaufüberfüllung" herbeigeführt dadurch, daß ein "normales" Blutvolumen vermehrt wird (Hypervolämie).

Die vorliegende Arbeit versucht eine Beantwortung der angeschnittenen Fragen durch die Blutvolumenmessung bei

chirurgischen Patienten über 60 Jahre unmittelbar nach dem Klinikeintritt zu geben.

2.0 Definition des Blutvolumens

Das Blutvolumen ist die Summe der Zell- und Plasmavolumina innerhalb des zirkulatorischen Systems.

2.1 Durchschnittswerte und Bezugsgrößen des Blutvolumens

Nach den Lehrbüchern der Physiologie beträgt der Blutanteil $1/13$ des Körpergewichtes. Für einen 70 kg schweren, 170 cm großen "Ideal-Körper" wäre das ein Blutvolumen von 5462 ml. In Abhängigkeit von der Bezugsgröße, z.B. vom Körpergewicht, errechnet sich daraus ein Durchschnittswert von 78 ml/kg. Auf die Körperoberfläche bezogen ergibt das einen Wert von 3194 ml/m^2 .

In der Klinik bezieht man das BV in der Regel auf das Körpergewicht. Es ist leichter zu ermitteln als die Körperoberfläche, zu deren Ermittlung man sich auf Nomogramme verlassen muß. Ohne klinisches Interesse ist die Bezugsgröße "mageres Körpergewicht" (lean body weight), wengleich beachtet wird, daß Fettleibige erhebliche Abweichungen vom Durchschnitts-BV im Sinne einer Hypovolämie haben.

Bei mageren Individuen hat man höhere BV-Werte gemessen als dem Durchschnittswert entsprechen würde (58,68). Wodurch diese Abweichungen vom Durchschnittswert bedingt sind, weiß man nicht.

Normalwerte:

Aus dem bisher Gesagten muß gefolgert werden, daß jedem Patienten "sein" "Normalwert" zukommt, der mehr oder weniger weit vom Durchschnittswert abweichen kann.

In der Klinik rechnet man mit folgenden "Normalwerten":

Männer	70-80 ml/kg	(2,7,16,28,67)
Frauen	60-70 ml/kg	

2.2 Blutvolumenregulation

Wie der Organismus die absolute Größe seines BV reguliert, weiß man nicht.

Bekannt ist, daß der Organismus sein BV vermehren kann, wenn größere körperliche Aktivität (Training der Sportler) verlangt wird. Andererseits nimmt das BV während einer Immobilisation (Bettruhe) ab (33,64).

Im Zustand gleichbleibender körperlicher Belastung wird das BV durch das Zusammenspiel verschiedener Mechanismen in engen Grenzen gehalten (12,46,49). In den letzten Jahren ist eine Arbeitshypothese aufgestellt worden, nach der Druck und Volumen als unabhängiger physiologischer Parameter (26) einen adäquaten Reiz für einen Regelkreis darstellen. Volumenrezeptoren im linken Vorhof und vasolabile Endkörper an den Übergangsstellen der Venen in die Vorhöfe (43,63) sollen diesen Reiz über den Nervus vagus (MILIS u. Mitarb.) in ein Umschaltzentrum im Hypothalamus leiten. Während der Diastole konnten elektrophysiologisch diese Signale in Fasern des Nervus vagus abgeleitet werden, die in ihrer Anzahl vom Volumen und der diastolischen Dehnung des Vorhofes abhingen (44). Die Signale sollen eine doppelte Funktion hervorrufen:

1. Sympathicustonusabnahme und somit Zunahme der Kapazität des Niederdrucksystems.
2. Hemmung der Adiuretinausschüttung im Hypophysenhinterlappen und dadurch vermehrte Wasserresorption durch die Niere.

Einen Hinweis auf die Wirksamkeit dieses Mechanismus konnten HENRY und GAUER geben (26). Durch Eingriffe, die das BV im Thorax und linken Vorhof erhöhen (Unterdruckatmung, Einführung eines aufblasbaren Ballons,

Transfusionen, usw.) konnten sie eine Diurese, die bei Ausschaltung des N. vagus ausblieb, erzielen. Umgekehrt folgte einer Verkleinerung der intrathorakalen Blutmenge (Überdruckbeatmung, Ballonsonde in der unteren Hohlvene, Aderlaß, usw.) eine Oligurie.

Ein völlig anderes Konzept auf Grund einer Autoregulation gibt DOBBSON (18,19) an. Unter Annahme, daß das antidiuretische Hormon und Aldosteron in konstanter Geschwindigkeit produziert werden, soll bei vermehrtem Blutdurchfluß durch die Leber die Inaktivierung dieser Hormone zunehmen. Auf der anderen Seite soll die Harnkonzentration bei verminderter Leberdurchströmung steigen, wodurch Wasser zurückgehalten wird.

2.3. Verteilung des Blutvolumens

Eine BV-Änderung hat auf die Verteilung im Organismus erst dann einen Einfluß, wenn pathologische Werte erreicht werden (z.B. blasse Haut im Schock, oder dunkelrot-zyanotische Haut bei der Polycythämia vera). Nach neueren Anschauungen (25,26) wird das Gefäßsystem nicht mehr nach anatomischen Gesichtspunkten in einen großen und einen kleinen unterteilt. Es wird vielmehr vom funktionellen Standpunkt her ein arterielles Hochdrucksystem (Widerstandssystem) von einem venösen Niederdrucksystem (Kapazitätssystem) unterschieden.

Das Hochdrucksystem, der arterielle Raum, wird rein dynamisch aus einer Abstimmung des Herzminutenvolumens auf den Widerstand im Strombett reguliert. Er ist dadurch nur wenig veränderlich und dient als Druckkammer der Aufrechterhaltung des Blutdruckes und Lenkung und Verteilung des Blutstromes (59). Nur 15% des Gesamtblutvolumens sind in ihm enthalten.

Im Niederdrucksystem herrschen vorwiegend statische Verhältnisse, die aus einer Abstimmung von BV und Gefäßwontonius resultieren. Diese verteilen sich zu 44% auf den

Kapillarraum, der Stoffaustausch mit dem Interstitium ermöglicht, zu 51% auf den metabolisch inaktiven venösen Raum im engeren Sinn und zu 30% auf das intrathorakale Blutvolumen (59).

Der Intrathorakalraum dient als Blutlieferant für das Herz bei Kapazitätsänderungen. Bei Lageänderungen (Liegen ---- Stehen und umgekehrt) können zwischen den Gefäßen der Extremitäten (53) oder den subpapillären Plexus der Haut (70) und dem Intrathorakalraum der Gravitation entsprechend große Mengen Blut (500-1000ml) verschoben werden (26). Die Gefäße der Abdominalorgane spielen keine Rolle bei der Mobilisation von Blut. Echte Volumenspeicherungsorgane im Sinne von BARCROFT und REIN gibt es nicht (26,54).

3.0 BV-Veränderungen bei Krankheitsbildern

Bisherige BV-Bestimmungen bei alten Patienten wurden unter Bedingungen angestellt, die für unsere Fragestellung nichts besagen. Deshalb findet man auch unterschiedliche Auffassungen über die Interpretation der gemessenen BV-Werte. Auf der einen Seite wird der Standpunkt vertreten: alle alten Leute haben generell ein niedrigeres Blutvolumen (32,34,55). Auf der anderen Seite jedoch glauben viele Autoren auf Grund ihrer experimentellen Untersuchungen nachgewiesen zu haben, daß im Alter keine signifikante Abnahme des BV zu verzeichnen ist (10,15). Einigkeit herrscht bei allen darüber, daß es bestimmte Krankheiten gibt, die mit vermindertem oder erhöhtem BV einhergehen. Abweichungen des BV von mehr als 15% des Sollwertes werden mit Hypo- bzw. Hypervolämie bezeichnet.

3.1. BV bei Herzpatienten

Die aktive Blutmenge kann sich bei Herzpatienten nach ZISSLER grundsätzlich in zwei Richtungen ändern. Bei der einen größeren Gruppe wird sie im Zustand der Dekompensation vergrößert gefunden und nimmt mit der Rekompensation

ab. Bei einer anderen kleineren Gruppe ist das umgekehrte Verhalten zu beobachten. Auf Grund dieser Tatsache und nach den mit den BV-Bestimmungen parallel laufenden klinischen Erscheinungen kann man nach WOLLHEIM zwischen der "PLUSDEKOMPENSATION" mit vermehrter und der "MINUS-DEKOMPENSATION" mit verminderter aktiver Blutmenge unterscheiden. Hypertoniker mit latenter Herzinsuffizienz zeigen Blutvolumina im Bereich der Norm, d.h. nicht signifikante Abweichungen vom Normwert. ZISSLER fand bei 94 Patienten mit arterieller Hypertonie 36 Plusdekomensationen (davon 4 mit Digitalis behandelt) und 23 Minusdekompensation. Auch beim chronischen Cor pulmonale wurden BV-Veränderungen im Sinne einer Vermehrung der Blutmenge gefunden (73). Zusammenfassend kann man sagen, daß die Hypertoniker gegenüber gesunden Normalpersonen im Zustand der Kompensation eine leicht verminderte Blutmenge haben. Als Ursache kann man

1. eine Anpassungserscheinung im Sinne eines Schonganges des Kreislaufes ansehen,
2. ist bei der Hypertonie bereits im Zustand der Kompensation der extrazelluläre Raum vergrößert.
3. Unter den Hypertonikern befindet sich eine größere Anzahl von Adipösen.

Als Ursache der Plusdekompensation kommt eine periphere Hypoxie und Hyperkapnie in Frage, die zu einer Entspeicherung der peripheren Blutdepots führen.

3.2. BV bei Fettleibigen

BÖRNER konnte zeigen, daß eine Abhängigkeit des zirkulierenden BV vom Fettgehalt des Körpers in der Weise besteht, daß einem höheren Fettanteil ein niedrigeres BV/kg Körpergewicht entspricht. Ursächlich hierfür ist die verminderte Vascularisation des Fettgewebes (10,58,59).

3.3. BV bei Karzinompatienten

Bei Karzinompatienten wird häufig ein erniedrigtes BV gefunden. Dieses wird von zahlreichen Autoren einhellig bestätigt (6,14,23,24,47,48). Vermutlich ist diese BV-Verminderung auf toxische Einwirkungen von Zerfallsprodukten der Karzinomzellen auf die Regenerationszentren des Blutes zurückzuführen. Außerdem bestehen bei Karzinompatienten chronische Blutverluste.

3.4. BV im Schock

Obwohl bisher noch keine einheitliche und klare Definition des Schocks vorliegt, können wir ihn als ein klinisches Syndrom mit einer akuten Kreislaufinsuffizienz ansehen (40). Als Ursache kann sowohl eine Herz- oder Gefäßinsuffizienz als auch ein Volumenmangel vorliegen (11). Diese Form des Schocks, bei der der Volumenmangel dominiert finden wir beim hämorrhagischen Schock, beim traumatischen Schock oder beim Dehydrationsschock (HOWARD). Da Traumen, insbesondere Frakturen, sehr häufig im chirurgischen Krankengut sind, hat der Volumenmangel im traumatischen Schock eine besondere Bedeutung. Sehr oft werden im Frakturbereich große Blutmengen gefunden, die eine Abnahme der Blutmenge innerhalb des zirkulatorischen Systems erklären. Diese alte Erfahrungstatsache konnte durch BV-Bestimmungen bei Traumen von einigen Autoren bestätigt werden. Da Traumen sich bei alten und jungen Patienten in gleicher Weise ereignen, ist hinsichtlich der Blutmengen im Schock kein Unterschied zwischen alten und jungen Menschen zu erwarten. Lediglich die Gegenregulationsmechanismen (KIRCHNER) werden bei alten und geschwächten Patienten langsamer verlaufen.

3.5. Weiterhin finden wir verminderte Blutvolumen bei akuten und chronischen Blutungen (61), Verbrennungen (50) und Hunger (54).

In der Literatur werden auch zahlreiche andere Krankheitsbilder beschrieben, die mit erhöhtem BV einhergehen. So finden wir bei der Polycythämie (4,65,66), Fallotscher Tetralogie, cardiovasculären Anomalien mit arteriovenösem Shunt, ebenso ein erhöhtes BV, wie bei Bronchiektasien, Atmungsinsuffizienz, chronischer Hypoxie und Hyperthyreose (2,25,28,54,59).

Die folgende Tabelle zeigt (58) bei welchen Zuständen und Krankheitsbildern ein erhöhtes bzw. ein vermindertes BV vorliegt.

BV-Verminderung

Trainingsverlust
 Lange Bettruhe
 Kachexie
 Endokrine Störungen
 (Simmonds-Sheehan)
 Blutverlust
 Schock
 Hypovolämie, Infektion,
 Herzinfarkt, Allergie etc.

BV-Erhöhung

Trainingszustand
 Schwangerschaft
 Anpassung an heiße Klimata
 Anpassung an O₂-Mangel
 Hyperthyreose
 Polycythämie
 Chronische Anämien
 Dekompensierte Mitralvitien
 Vorhofseptumdefekt
 Kammerseptumdefekt
 Offener Ductus Botalli
 Dekompensiertes Cor pulmonale

II. Spezieller Teil

4.0. Eigene Untersuchungen

Es wurde insgesamt bei unausgewählten 107 männlichen und 33 weiblichen Patienten der Chirurgischen Universitätsklinik Marburg das Blutvolumen bestimmt. Die Probanden mußten über 60 Jahre alt sein und die BV-Bestimmung innerhalb der ersten zwei Stunden nach Aufnahme in die Klinik erfolgen, noch bevor eine Therapie eingeleitet worden war.

5.0. Methode der BV-Bestimmung

Wir haben zur BV-Bestimmung das von WILLIAMS und FINE entwickelte VOLEMETRON benutzt. Das VOLEMETRON ist ein halbautomatisches Gerät, mit dem das BV in 20 Minuten gemessen werden kann. Aus Sicherheitsgründen ist das VOLEMETRON mit einer Alarmvorrichtung ausgestattet, die die Benutzung von RISA-Dosen (RISA=Radioactive Iodinated Serum Albumine) unter $1\mu\text{C}$ und über $5\mu\text{C}$ verhindert. Zur Überprüfung des Gerätes dient eine Standardkalibrationsdosis mit einem langlebigen Isotopen, mit der das VOLEMETRON in täglichen Abständen kontrolliert wurde. Bei der Messung wurden Spritzen aus Kunststoff benutzt, die nach dem Gebrauch vernichtet wurden (Radioaktiver Müll).

Meßprinzip

Das Meßprinzip beruht auf der Verdünnung von RISA als Testsubstanz im Blut. Verteilt sich RISA gleichförmig in dem unbekannten Blutvolumen V, so läßt sich V durch die Menge der injizierten Testsubstanz N und die Konzentration n in einer Blutprobe bestimmen. Es ist:

$$V = \frac{N}{n}$$

Genau definiert ist V der Raum, in den das RISA in der Zeit zwischen Injektion und der Blutprobe, der Mischzeit, diffundieren kann. Beträgt die Mischzeit 10 Minuten, so

kann man ihn als "10-Minuten-Mischzeitraum" oder "10-Minuten-Albuminraum" bezeichnen. Er entspricht bei optimaler Durchblutung des Intravasalraumes dem Gesamtblutvolumen. Um vergleichbare Werte zu erhalten, hielten wir uns an die von WILLIAMS und FINE angegebene Durchmischungszeit von 10 Minuten.

Beim Meßvorgang löst das VOLEMETRON die Gleichung $V = \frac{N}{n}$ in drei Stufen, wobei die beiden ersten der Bestimmung von N, die letzte der Bestimmung von n dienen.

In der ersten Stufe wird die Radioaktivität des RISA in der zur Injektion vorgesehenen Dosisspritze nach dem Prinzip der geometrischen Abschwächung gemessen. Über Szintillationsdetektoren wird dem Zählspeicher ein bekannter Bruchteil der Anzahl radioaktiver Zerfallsvorgänge übermittelt. Der Zählvorgang dauert eine konstante, voreingestellte Zeit (45 Sekunden). Der Nulleffekt (background activity) wird mitgezählt. Das Meßergebnis wird im Zählspeicher gespeichert.

Nach der Injektion der Testdosis führt man die Spritze wiederum in das Gerät ein und mißt in der zweiten Stufe die Restaktivität, die uneingespritzt zurückbleibt, in der gleichen voreingestellten Zeit. Dieser Wert wird automatisch von dem aus der ersten Stufe subtrahiert, für den Nulleffekt in beiden Stufen korrigiert und als Nettodosis der injizierten Radioaktivität im Zählspeicher "gemerkt".

In der dritten Stufe wird n durch die Messung der Aktivität definierter Blutmengen von je 8 ml, die vor und genau 10 Minuten nach der Injektion Testdosis entnommen werden, bestimmt. Die Zählraten dieser Vor- und Nachmischproben werden gleichzeitig in den Bohrszintillationsmessonden einzeln gemessen. Die Differenz beider Proben wird vom Zählerstand aus Stufe 2 abgezogen.

Dieser Vorgang dauert so lange, bis der Zähler wieder auf null eingestellt ist. Die vergehende Zeit wird von einer Uhr automatisch gemessen und ist dem gemessenen und gesuchten Volumen V proportional, das in Litern auf einer Skala angezeigt wird.

Das Gerät vermeidet bei der Messung von N Fehler aus Schwankungen des Nulleffekts während des Meßvorganges, Fehler durch den Aktivitätsverlust durch Adsorption von RISA an den Glaswaren und Fehler durch den Verlust an Restaktivität, die durchschnittlich $1,9\% \pm 1,2\%$ beträgt. Ungenauigkeiten bei der Bestimmung von n auf Grund persistierender Radioaktivität in der Blutbahn von vorhergehenden Untersuchungen werden durch die Messung des jeweiligen Blutaktivitätsspiegels in der Vormischprobe vermieden.

Obwohl das Zählintervall in der dritten Stufe um 45 sec/1 Blutvolumen dauert, wird die mögliche Beeinflussung der Zählrate durch Sedimentation der Erythrozyten berücksichtigt. Die Genauigkeit der Volumenablesung durch den Empfänger (Detektor) des Gerätes ist $\pm 0,5\%$, wenn die Röhrchen der Vor- und Nachmischprobe bis zu oder über die angegebene Niveaulinie über die der Empfänger nicht "sehen" kann, gefüllt ist.

Die Fehlerbreite der Methode beträgt unter $\pm 3\%$ (3,21,29,41,59,69).

6.0 Berechnung der Streuung

Die Streuung um den Mittelwert wurde nach folgender Formel ermittelt:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Es ist:

σ = Streuung um den errechneten Mittelwert

n = Anzahl der Probanden

x = gemessenes BV in ml/kg Körpergewicht

$\bar{x}$ = errechneter Mittelwert des BV in ml/kg Körpergewicht

7.0. Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden nur die mit dem VOLEMETRON bestimmten Gesamtblutvolumina als Mittelwert und deren Streuung sowie die Hämatokritwerte aufgeführt.

Auf die Angabe der Blutdruck- und Pulswerte sowie der in Einzelfällen gemessenen Hämoglobinwerte, Erythrozytenzahl und Eiweißkonzentration wurde verzichtet, da sich hieraus keinerlei erklärende Gesichtspunkte für unser Thema ergaben.

Einzelwert-Tabellen sind nach der Zusammenfassung eingeordnet.

7.1.

Männliche Patienten9V/kg: 69,63+12,87 ml

Altersgruppe	Anzahl n	Ø Alter J	Ø Gewicht kg	Ø Größe cm	Ø BV-ist l	BV/kg ml/kg
60-64 J	43	61,7	70,0	169,6	5,03	72,63+12,72
65-69 J	31	67,0	67,5	169,5	4,72	71,04+13,32
70-74 J	19	71,9	72,4	171,5	4,71	65,2+9,39
75-79	9	76,66	67,77	169,7	4,85	72,5+17,42
80 J und älter	5	83,0	64,2	164,2	4,27	66,8+9,27
n _g 107						<u>$\bar{x}$ 69,63</u>

7.2.

Weibliche PatientenBV/kg: 67,37+11,08 ml

Altersgruppe	Anzahl n	Ø Alter J	Ø Gewicht kg	Ø Größe cm	Ø BV-1st l	BV/kg ml/kg
60-64 J	13	62,2	70,6	161,0	4,44	63,2+8,04
65-69 J	14	66,6	71,1	162,4	4,40	62,8+12,73
70 J und älter	6	73,8	63,5	163,3	4,82	76,1+3,63
	n _g 33					<u>67,37</u> x

7.3.

Für jene Patienten aus dem Kollektiv, die bei der Klinikaufnahme an einer beginnenden Herzinsuffizienz, einer Hypertonie oder an Karzinomen litten wurden die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Werte ermittelt:

	Alter $\bar{x}$	Anzahl n	BV/ml/kg	Hämatokrit
Herzinsuffizienz	67,5	11	72,0 $\pm$ 12,6	41
Hypertonie	73,2	15	61,4 $\pm$ 13,4	41,6
Karzinom	68,0	28	70,5 $\pm$ 9,3	38,4

8.0. Besprechung

8.1.

Unsere BV-Messungen galten "alten chirurgischen Patienten" in einem Allgemeinzustand, in dem sie sich entweder einer Wahloperation oder möglicherweise einer Notoperation unterziehen müssen.

CLARK und Mitarbeiter informierten über das Problem des reduzierten Blutvolumens bei chronisch Kranken. Diese Patienten sollten in einem chronischen Schock leben. Dabei werden Gewichtsverlust, BV-Verlust, Verlust der Serumproteine und Anstieg des Volumens der interstitiellen Flüssigkeit verbunden mit dem chirurgisch signifikanten Eiweißverlust des Körpers als ein Syndrom des "chronischen Schocks" definiert. Sie sehen daher in der Korrektur des BV-Defizits durch Bluttransfusion den wichtigsten Faktor in der praeoperativen Vorbereitung eines Patienten für die chirurgische Behandlung.

GUTH und ZORN äußerten sich über die Bedeutung der Plasma- und Blutvolumenmessung für die Operationsvorbereitung. Sie fanden gerade bei älteren Patienten, insbesondere Karzinomträgern, bei häufig normalen Hb-, Erythrozyten- und Gesamteiweißwerten eine erhebliche Reduktion des Plasma- und Blutvolumens. Deshalb empfehlen sie praeoperativ das Blutvolumen zu bestimmen. Bei einem Defizit muß dieses unbedingt ausgeglichen werden, um dem inter- und postoperativen Volumenmangelkollaps vorzubeugen.

In der Arbeit von PEDEN und Mitarbeitern wird über die Indikationen zur praeoperativen Bluttransfusion berichtet, die sich nach Blutvolumenmessungen bei normal- und fehlernährten Patienten sowie nach dem Serum-Eiweiß bei Patienten mit und ohne Krebs richten soll. Sie fanden für normale Personen ein durchschnittliches BV von 77,5 ml/kg. Fette Personen haben ein niedrigeres BV,

magere wiederum haben ein höheres als sog. normale Personen. Kachektische Patienten, ohne Karzinom, Nieren- oder Lebererkrankungen oder chronischen Infekten haben ein normales oder sogar "supernormales" BV im Verhältnis zu normalen mageren Personen. Diese "Supernormale" BV verbunden mit Htk-Erniedrigung und Hb-Verlust charakterisiert oft eine Fehlernährung. Die Indikation zur praeoperativen Bluttransfusion wird von diesen Autoren streng gestellt.

1. Während oder nach einem akuten Blutverlust, der eine physiologische Oligämie erzeugt.
2. Wenn eine Oligämie verbunden mit einem chronischen Blutverlust in den verschiedenen Organtrakten vorliegt oder bei großen Granulationsoberflächen oder akuten und chronischen Infekten.

Volumenkorrekturen sollen nur vorgenommen werden, wenn vorher exakte Messungen durchgeführt worden sind, denn die Korrektur einer Anämie durch Bluttransfusionen bei normalen oder "supernormalen" BV ist gefährlich, da ein Lungenödem entstehen kann.

SCHWAIGER und Mitarbeiter haben Blutvolumenmessungen bei chirurgischen Erkrankungen durchgeführt, und zwar prae- und postoperativ. Sie fanden postoperativ ständig ein BV-Defizit, das nicht nur durch die nach außen verlorene Blutmenge, sondern auch durch die in das traumatisierte Gewebe abgegebene Flüssigkeit erklärt wird. Der erforderliche Blutersatz muß nicht dem gemessenen Defizit entsprechen. Er richtet sich vielmehr nach dem Regulationsvermögen des Kreislaufsystems.

Regemann (Hdb.) schloß sich der Vorstellung von CLARK und Mitarbeitern an und berichtet von einem Blutvolumenmangel alter Patienten, der bei 20-30% liegen soll.

HOFFMANN kommt auf Grund seiner Untersuchungen ebenfalls zu der Ansicht, daß alte Patienten ein um durchschnittlich

0-30% niedrigeres Blutvolumen haben sollen.

Aus der internistischen Literatur liegen Arbeiten von BÖRNER und Mitarbeitern sowie SCHRÖDER und Mitarbeitern vor, nach denen die Mehrzahl alter Patienten ein weitgehend normales Blutvolumen haben sollen. Sie haben das Blutvolumen und die zirkulierende Plasmamenge bei einer Gruppe von 46 Greisen zwischen 74 und 92 Jahren gemessen und mit einer Gruppe von 57 Vergleichspersonen zwischen 50 und 60 Jahren verglichen. Eine Abnahme der zirkulierenden Plasma- oder Blutmengen mit steigendem Alter konnte dabei nicht festgestellt werden. Es zeigte sich lediglich eine individuelle Variationsbreite sowohl bei den alten Versuchspersonen als auch bei den Kontrollpersonen.

Da in den Spätstadien der chronischen Herzinsuffizienz hohe BV-Werte meßbar sind (36,59,73) interpretierte man zunächst alle "überdurchschnittlichen" Werte als Zeichen einer Altersinsuffizienz des Herzens.

Bisher wurde zu wenig beachtet, daß Immobilisation und gesteigerte körperliche Aktivität das Blutvolumen auch beim gesunden jungen Menschen vermindern bzw. vermehren können (59,68).

Der Einfluß der körperlichen Aktivität auf das Blutvolumen muß auch für die Greise bedacht werden.

Der Fettgehalt des Organismus beeinflusst die BV-Menge erheblich (10,58,59). Bewegliche, magere Menschen - auch Greise - haben mehr BV (ml/kg) als behäbige, dicke.

8.2.

Unsere Werte: $69,6 \pm 12,9$ ml/kg für 107 Männer über 60 Jahre
 $67,4 \pm 11,1$ ml/kg für 33 Frauen über 60 Jahre

Durchschnittsalter: 70,4 J.

Männer: 72,1 J.

Frauen: 67,5 J.

entsprechen den Werten, die SCHRÖDER an internistischen Patienten fand: $68,8 \pm 8,4$ ml/kg

Die oben zitierten Einzelwerte chirurgischer Patienten sind, wenn nicht Zeichen einer Herzinsuffizienz vorliegen - im Sinne SJÖSTRANDS interpretiert - Abweichungen, wie sie den Menschen unterschiedlicher körperlicher Aktivität zukommen, sie sprechen nicht gegen das "normale BV" des alten Menschen. Mit der Feststellung, daß sich das BV im Alter nicht eo ipso vermindert, ist allerdings noch nichts ausgesagt über die Kreisregulation alter Menschen. Während der Narkose und Operation können Greise mit durchschnittlichem BV ebenso gefährdet sein, wie hypovolämische junge Menschen. Ausschlaggebend ist die Regulationsmöglichkeit des Gefäßsystems (KIRCHNER).

Die Regulationsfähigkeit eines "alten" Gefäßsystems kann wegen der morphologischen Veränderungen nur noch mit einem "Offenhalten durch mehr Blut" verbessert werden (KIRCHNER).

Wenn wir die Ergebnisse dieser Arbeit zur Beantwortung der eingangs gestellten Frage heranziehen, so ergibt sich: nicht eine Normalisierung des BV stabilisiert den Kreislauf alter Menschen, sondern erst eine Hypervolämie von 20%.

Alte chirurgische Patienten haben BV-Werte, deren Abweichungen vom Durchschnittswert nur wenige Prozente betragen.

Abweichungen um 10 und mehr Prozent wurden in 12% der Fälle gesehen und nur bei längerer Immobilisation (Bettruhe wegen Schwäche Bewegungsunfähigkeit etc.) gefunden. Körperlich aktive "alte chirurgische Patienten" haben höhere BV-Werte als es den Durchschnittswerten entspricht: auch wenn sie keine Herzinsuffizienz oder Polyzythämie haben.

Ein BV-Defizit von 20-30% für alte Menschen anzunehmen ist eine unerlaubte Verallgemeinerung.

Für typische Krankheiten, wie z.B. die chronische Herzinsuffizienz, die Hypertonie und das Karzinom lassen sich auch in unserem Material entsprechende Abweichungen von den Durchschnittswerten nachweisen. Diese Werte stimmen mit denen zahlreicher anderer Autoren überein (2,4,6,14,23,25,28,44,47,48,54,59, 61,65,66).

9.0. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde bei 107 männlichen und 33 weiblichen unausgewählten Patienten der Chirurgischen Universitätsklinik Marburg bei Klinik-eintritt das Blutvolumen mit dem VOLEMETRON und RISA als Testsubstanz gemessen.

Es wird über Durchschnittswerte und Bezugsgrößen des Blutvolumens sowie über die Frage der Blutvolumen-regulation und Blutvolumenverteilung berichtet. Weiterhin werden Krankheitsbilder herausgestellt, die mit für sie typischen Blutvolumenveränderungen ein-hergehen.

Im einzelnen werden folgende Ergebnisse gewonnen:

1. Alte chirurgische Patienten haben BV-Werte, die den Werten junger Vergleichspersonen entsprechen.
107 Männer $69,6 \pm 12,9$ ml/kg $\bar{x}$ Alter 72,1 Jahre
33 Frauen $67,4 \pm 11,9$ ml/kg $\bar{x}$ Alter 67,5 Jahre
2. Ein von einigen Autoren bei alten Patienten ange-nommenes BV-Defizit von 20-30% konnte nicht ge-funden werden.
3. Bei typischen Krankheiten, z.B. chronischer Herz-insuffizienz, Hypertonie, Karzinom etc. finden sich auch in unserem Kollektiv entsprechende Abweichungen des BV.

Männliche Probanden der Altersgruppe 60 - 64 Jahre

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BV (l)	BV (ml/kg)	Htk
1. N.R.	Thoraxprellung Hautemphysem	64	70	168	4,18	59,8	37
2. K.A.	Magenkarzinom	63	67	170	4,21	62,9	30
3. P.J.	Fraktur d. Rad.	60	76	168	4,91	64,6	49
4. S.L.	Rippenresektion Tumor	62	78	168	5,48	70,3	49
5. G.O.	Leistenhernie	64	86	172	5,48	63,7	47
6. P.T.	Nierenquetschung bds.	62	68	163	4,93	72,5	43
7. S.F.	Arterieller Verschuß Hypertonie	61	70	169	4,92	70,0	46
8. H.T.	Schulterluxation	61	63	134	4,68	74,3	48
9. L.G.	Oberschenkelfraktur	62	80	172	3,05	38,1	37
10. O.G.	Distorsion li. Fuß	63	54	155	3,85	71,3	42
11. S.K.	Rektumkarzinom Lungenemphysem	62	65,6	182	5,42	82,6	42
12. H.D.	Magenkarzinom	62	65,8	178	4,34	66,3	42
13. H.L.	Radiusfraktur	60	64	170	4,23	66,1	45
14. H.A.	Schulterluxation	64	50,5	168	5,35	106,0	43
15. H.F.	Oberarmfraktur Lungeninfarkt	62	58	158	4,98	85,9	48
16. S.T.	Ulcus ventriculi	62	68	162	3,95	58,1	37
17. D.I.	Nierentumor Hypertonie	60	60	168	5,99	99,8	24

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	HV (l)	BV (ml/kg)	Htk
18. V.R.	Rippenprellung	62	80	174	6,45	80,6	48
19. T.A.	Tumor der Thoraxwand	60	70	179	5,94	75,2	44
20. S.P.	Oberarmfraktur	61	70	168	4,48	64,0	48
21. Z.E.	Ureterstein bds.	64	64	174	5,42	84,6	40
22. R.L.	Leistenhernie	61	65	172	5,50	81,5	45
23. K.R.	Daumenluxation	60	87	167	5,13	59,0	45
24. H.E.	Rectumkarzinom	61	53	163	4,48	84,6	55
25. G.R.	Arterielle Durchblutungsstörungen	60	60	170	5,22	87,0	46
26. F.E.	Leistenhernie Hypertonie	60	61,5	163	3,78	61,4	45
27. T.H.	Radiusfraktur Hypertonie	62	60	165	5,43	90,5	45
28. A.I.	Oberschenkelfraktur	64	85	176	5,67	66,7	40
29. B.E.	Bänderriß Fuß	62	78	172	4,58	62,1	45
30. S.L.	Blasenkarzinom Hypertonie	63	75	178	4,15	55,3	38
31. R.O.	Arterielle Durchblutungsstörungen	60	61	170	4,26	69,9	30
32. P.O.	Ileus, Herzinsuff.	63	69	182	6,03	87,4	49
33. B.E.	Unterarmfraktur Asthma cardiale	64	80	168	4,97	62,1	32
34. D.R.	Thoraxprellung Herzinsuffizienz	62	76	167	5,64	74,3	42

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BV (l)	BV (ml/kg)	Htk
35. B.A.	Schulterprellung Herzinsuffizienz	61	96	186	6,65	69,3	41
36. E.N.	Magenresektion Arterielle Durch- blutungsstörungen	61	53	172	4,48	84,5	42
37. T.H.	Radiusfraktur	62	62	165	5,42	87,4	45
38. Z.A.	Tibiafraktur Hypertonie	61	94	178	5,74	61,5	44
39. N.A.	Thoraxprellung	60	72	172	4,87	67,6	44
40. P.R.	Handquetschung	60	73	175	6,28	86,0	44
41. P.I.	Arterielle Durch- blutungsstörungen	60	70	169	4,88	69,8	46
42. D.I.	Arthritis Knie	64	85	176	5,45	64,1	46
43. N.A.	Arterielle Durch- blutungsstörungen	61	66	172	4,92	74,5	45

Männliche Probanden der Altersgruppe 65-69 Jahre

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BV (l)	HV (ml/kg)	Htk
1. K.U.	Analfissur	65	61	157	4,05	64,0	49
2. M.Ü.	Cardiakarzinom	65	50	170	3,99	79,8	35
3. M.O.	Ösophaguscarzinom	65	53	164	4,21	79,4	34
4. B.L.	Struma	65	68	170	4,99	73,4	38
5. P.E.	Schädelbasisfraktur	65	89	164	4,99	53,8	44
6. G.K.	Analfissur	65	55	175	5,52	100,3	43
7. P.E.	Navicularfraktur Hand	65	75	176	5,74	76,5	41
8. K.R.	Magenkarzinom	65	65	168	5,23	80,5	36
9. S.B.	Endangitis obliterans	66	52	165	3,99	76,7	37
10. O.E.	Prostatahypertrophie	69	59	165	3,63	61,5	38
11. F.I.	Radiusfraktur	69	68	169	5,25	76,6	45
12. W.E.	Magentumor	66	73	163	5,05	69,3	42
13. D.R.	Varizen bd. Beine Herzinsuffizienz	68	90	170	5,56	61,7	42
14. M.A.	Oberarmfraktur Hypertonie	68	62	172	4,82	77,8	46
15. A.R.	Arthritis deformans	66	65	170	5,92	91,0	44
16. G.R.	Bursitis re. Arm	69	70	164	5,73	81,8	46

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BV (l)	BV (ml/kg)	Htk
17. M.I.	Magenkarzinom Herzinsuffizienz	69	57	178	3,95	69,9	35
18. I.U.	WS-Fraktur	69	59	176	5,05	85,6	47
19. S.T.	Cholelithiasis	68	54	168	4,90	90,7	38
20. M.A.	Ulcus cruris Hypertonie	68	85	177	3,85	40,7	40
21. R.E.	Rectumkarzinom	68	50	162	3,21	64,6	38
22. H.O.	Ösophaguskarzinom	67	70	168	3,23	46,0	40
23. A.L.	Ulcus duodeni Hypertonie	68	69	168	3,45	50,0	41
24. E.R.	Distorsion re. Fuß	66	69	167	3,78	63,0	40
25. A.N.	Allgemeine Durch- blutungsstörungen	69	56	170	4,13	73,7	42
26. A.G.	Bronchuskarzinom	67	81	176	5,23	64,6	43
27. W.A.	Leistenhernie	68	90	178	5,95	66,1	46
28. L.F.	Unterschlenkelfraktur	66	59	174	4,93	83,6	46
29. N.O.	Ulcus cruris	67	73	168	5,25	71,9	44
30. M.A.	Schulterluxation	67	80	170	5,29	66,1	45
31. L.B.	Schulterprellung	67	93	168	5,72	61,5	47

Männliche Probanden der Altersgruppe 70 - 74 Jahre

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BV (l)	BV (ml/kg)	Htk
1. M.L.	Blasenkarzinom	70	66	175	4,72	71,5	39
2. C.R.	Thoraxprellung	70	97	174	6,41	66,1	48
3. D.O.	retroperitonealer tumor	70	63	174	3,85	60,4	40
4. F.A.	Rippenfraktur	70	70	165	4,65	66,4	43
5. W.A.	Leistenhernie	70	73	178	5,23	71,7	33
6. G.E.	Magenkarzinom	70	70	178	4,66	66,6	38
7. M.A.	Oberschenkelfraktur	71	73	160	4,84	66,3	41
8. R.E.	Schenkelhalsfraktur	74	73	168	4,35	59,6	30
9. P.R.	Leistenhernie	72	73	169	3,52	48,2	38
10. R.O.	Magenkarzinom, Hypertonie	73	73	175	5,40	73,4	38
11. N.A.	Coecaltumor	72	57	170	4,15	72,8	41
12. M.A.	Knieverletzung	72	79	172	3,38	42,8	41
13. W.E.	Arterielle Durchblutungsstörungen Unterschenkelamputation	73	64	167	4,15	64,8	50
14. B.E.	Fingerverletzung Hypertonie	72	71	168	3,65	51,3	43
15. S.C.	Arterielle Durchblutungsstörungen	73	68	175	5,55	81,6	45
16. S.R.	Schulterprellung	74	71	177	4,85	68,3	38
17. S.H.	Radiusfraktur	73	88	172	5,95	67,6	40
18. L.A.	Sigmakarzinom	73	72	170	4,82	66,9	30
19. S.G.	Apoplexie	74	74	172	5,34	72,2	44

Männliche Probanden der Altersgruppe 75 - 79 Jahre

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BV (l)	BV (ml/kg)	Htk
1. P.R.	Magenkarzinom	75	54	160	3,95	73,1	45
2. P.I.	Hoden-Thc	75	68	172	3,51	51,5	37
3. W.H.	Prostatahypertrophie	75	60	172	4,25	70,8	37
4. L.E.	Metastasenleber	79	84	180	6,62	79,3	54
5. R.O.	Prostatahypertrophie Hypertonie	76	58	159	4,87	83,6	40
6. L.I.	Prostatahypertrophie Herzinsuffizienz	78	59	163	6,11	103,5	45
7. M.L.	Gangrän li. Fuß Herzinsuffizienz	77	82	172	3,74	45,6	34
8. L.K.	Unterschenkelfraktur	77	65	171	4,22	64,8	37
9. H.E.	Rectumkarzinom	78	80	180	6,42	80,2	42

Männliche Probanden der Altersgruppe über 80 Jahre

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BV (l)	EV (ml/kg)	Htk
1. T.R.	Schulterprellung	87	80	176	4,93	61,6	40
2. R.H.	Unterschenkelfraktur Herzinsuffizienz	87	62	162	4,19	67,5	33
3. S.E.	Prostatakarzinom Oberschenkelfraktur	81	55	163	4,04	73,5	35
4. F.A.	Patellarfraktur	80	64	168	4,95	77,3	44
5. T.I.	Oberarmfraktur Herzinsuffizienz	80	60	152	3,25	54,1	40

Weibliche Probanden der Altersgruppe 60 - 64 Jahre

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BV (l)	BV (ml/kg)	Htk
1. E.C.	WS-Fraktur Herzinsuffizienz	60	60	160	4,25	70,8	42
2. Z.I.	Urolithiasis Hypertonie	63	68	156	3,68	54,1	44
3. W.E.	Cholecystitis	62	65	160	4,22	64,9	35
4. S.C.	Cholecystitis	62	80	164	4,21	52,6	38
5. K.U.	Magenkarzinom	64	55	159	3,62	65,8	28
6. R.I.	Nabelbruch Recto-vaginal-Fistel	63	77	160	4,48	58,2	40
7. L.Ö.	Mammakarzinom	63	62	156	3,38	54,5	43
8. M.H.	Ischialgie	62	75	160	5,32	70,9	43
9. B.O.	Tumor li. Wange	63	75	168	4,52	60,2	46
10. B.R.	Struma	61	90	158	5,97	66,4	47
11. H.E.	Mammakarzinom Angina pectoris	61	55	170	4,35	79,0	28
12. A.B.	Cholelithiasis	60	76	162	4,21	55,4	45
13. J.U.	Fingeramputation	64	80	160	5,45	68,1	37

Weibliche Probanden der Altersgruppe 65 - 69 Jahre

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BV (l)	BV (ml/kg)	Htk
1. D.E.	Nabelhernie Thoraxprellung	65	85	160	5,42	63,8	43
2. W.I.	Magenkarzinom	65	44	158	3,29	74,8	36
3. D.R.	Cholelithiasis	65	90	170	4,38	48,7	44
4. T.O.	Cholelithiasis	65	62	155	3,25	52,8	45
5. S.C.	Struma	55	82	164	5,05	61,6	35
6. S.D.	Nierencyste	65	65	164	4,61	70,9	33
7. J.U.	Subileus Beinamputation	69	65	164	3,22	51,1	60
8. D.O.	Magenkarzinom	66	45	150	3,65	81,1	39
9. L.U.	Radiusfraktur Hypertonie	67	62	165	3,32	53,5	48
10. G.I.	Leistenhernie Diabetes	69	82	162	5,44	66,4	39
11. D.A.	Darmfissur	68	83	170	7,23	87,1	40
12. R.I.	Pankreaskarzinom	69	60	168	3,99	66,5	32
13. D.E.	Struma Herzinsuffizienz	68	86	163	4,98	58,0	38
14. M.L.	Nabelhernie inkurz. Hypertonie	67	85	160	3,65	42,9	42

Weibliche Probanden der Altersgruppe über 70 Jahre

Nr.	Diagnose	Alter (J)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	BV (l)	BV (ml/kg)	Htk
1. H.E.	Lebercirrhose	70	59	160	4,42	74,8	29
2. W.A.	Osteoarandrose	74	58	159	4,36	75,1	44
3. B.R.	Bursitis	71	62	176	4,92	79,3	37
4. S.O.	Nabelhernie Hypertonie	76	80	168	5,72	71,5	40
5. L.U.	Cholecystitis	73	62	165	4,62	74,5	44
6. H.L.	Gallenblasenempyem	79	60	152	4,89	81,5	38

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. AHNEFELD, F.W.
FREY, R.
HALMAGY, M. Die Blutvolumenbestimmung mit radioaktiven Isotopen.
Bibliot. haematolog. Vol. 16, 223
(1963), Karger Basel/New York (1963)
2. ALBERT, S.N. Blood Volume .
Anaesthesiology 231 (1963)
3. ALLGOWER, M.
STUDER, E. Methodik und Ergebnisse einer Schnellbestimmung des Blutvolumens mit J ¹³¹ in der Klinik.
Dtsch. Zeitschrft. Chir. 301, 122
(1962)
4. BERLIN, N.I.
LAWRENCE, J. H.
GARTLAND, I. H. Blood Volume in Polycythemia as determined by p ³² labeled Red Blood Cells.
Amer. J. Med. 9, 747 (1950)
5. BERLIN, N. I.
HYDE, G. M.
PARSONS, R. J.
LAWRENCE, J. H.
PORT, S. Blood volume of the normale female as determined with p ³² labeled red bloodcells.
Proc. Soc. Biol.&Med. 76, 831 (1951)
6. BERLIN, N.I.
HYDE, G. M.
PARSONS, R.J.
LAWRENCE, J. H. The blood volume in cancer.
Cancer 8, 796 (1955)
7. BERSON, S. A. Blood Volume in Health and Disease.
Bull. N.Y. Acad. Med. 30, 750 (1954)
8. BORNER, W.
SCHRODER, J. Künstliche radioaktive Isotopen in Diagnostik und Therapie der Kreislaufkrankheiten.
Münch. Med. Wschft. 36, 1312 (1957)
9. BÖRNER, W.
BACHARZ, J. H.
SCHRÖDER, J. Über zirkulierendes Plasmavolumen, Kreislaufzeit und Durchmischungsgeschwindigkeit von intravenös injiziertem J ¹³¹-Serumalbumin bei gesunden alten Menschen.
Verh. Dtsch. Ges. Kreislauff.
24. Tagung S. 235 (1958)
10. BÖRNER, W.
KOLB, J.
SCHRÖDER, J. Über die Bedeutung der Körperzusammensetzung für die Größe des zirkulierenden Blutvolumens.
Klin. Wschr. 38, 21 (1960)

11. BULL, J. P. Klinische Aspekte des traumatischen Schocks.
In: Schock, Pathogenese und Therapie Internat. Sympos. 1961
Springer-Verlag 1962
12. BURTON, A. C. Interrelation of physical and physiological Factors.
In: Factors regulating Blood Flow Fulton and Zweifach, Wash. D. C. Amer. Physiol. Soc. 3, (1958)
13. CANHAM, R. G. Blutvolumen bei chirurgischen Patienten.
Arch. Surg. 73, 353 (1956)
14. CLARK, J. H.
 NELSON, W.
 LYONS, C.
 MAYEESON, H. S.
 DeC AMP, P. Chronic Shock: The Problem of Reduced Blood Volume in the chronically Ill Patient.
Ann. Surg. 125, 618 (1947)
15. COHN, J. E.
 SCHOCK, N. W. Blood Volume in middle-aged and elderly males.
Amer. J. med. Sci. 217, 388 (1949)
16. DAVIS, H. A. Blood Volume Dynamics.
Springfield III, Charles Thomas (1962)
17. DEGKWITZ, R.
 ZISSLER, J.
 ZISSLER, R. Zur Bestimmung der aktiven Blutmenge am Menschen mit T 1824 (Evans Blue).
Zeitschr. f. klin. Med. 148, 288 (1951)
18. DOBSON, E. L. Homeostatic Mechanism.
Brookhaven Symposium in Biology Upton New York Ass. Univ. S. 197 (1958)
19. DOBSON E. L.
 KELLY, F. I.
 MUSTELL, F. P.
 LAPOUSKY, R. M.
 ZEMACH, M. The Role of the Liver-Circulation in Fluid and Electrolyte Balance.
In: Research in Burns
Amer. Inst. Biol. Sci. 9, (1962)
20. DORSCH, J.
 KÖSTER, E. Eine vereinfachte Methode zur Blutvolumenbestimmung.
Med. Welt 2361, (1963/II)
21. DÜRR, F.
 KAUFMANN, W.
 NIETH, H.
 GOTTEWIK, G. Blutvolumenkontrolle mit dem "VOLEMETRON" bei extracorporaler Dialyse.
Verh. Dtsch. Ges. f. Innere Med. 70, 693 (1964)

22. EISENBERG, S.
SUE, M.
KELLER, S. Blood volume in Patients with acute glomerulonephritis as determined by radioactive chromium tagged red cells.
Amer. J. Med. 27, 241 (1959)
23. ELLISON, E.H.
CEDARS, N.
ZOLLINGER, R. M.
BRITT, C. I. Value of blood volume determinations in gastrointestinal disease.
Arch. Surg. 66, 869 (1953)
24. ELLISON, E. H.
McCORMICK, J. B.
SEED, L. An Improved Method for the Determination of Blood Volume. Using Radioactive Iodinated Human Serum Albumin.
Science 118, 595 (1953)
25. GAUER, O. d. Die Wechselbeziehungen zwischen Herz- und Venensystem.
Verh. Deutsch. Ges. Kreislauff. 22, 61 (1956)
26. GAUER, O. H.
HENRY, J. P. Beitrag zur Homöostase des extra-arteriellen Kreislaufs. Volumenregulation als unabhängiger physiologischer Parameter.
Klin. Wschr. 34, 356 (1956)
27. GEMZELL, C. A.
ROBBE, H.
SJÖSTRAND, F. Blood Volume and total Amount of Hemoglobin in normal Pregnancy.
Acta obstetr. scand. 33, 289, (1954)
28. GREGERSON, M. J.
RAWSON, R. A. Blood Volume.
Physiol. Reviews 39, 337 (1957)
29. GRUBER, N. F.
SEIGERIST, J. Der Volumeneffekt verschiedener Ersatzstoffe.
Dtsch. Z. Chir. 301, 128 (1962)
30. GRUBER, F. Bericht über ein Kolloquium im Schweizerischen Forschungsinstitut, Laboratorium für Experimentelle Chirurgie.
Anaesthesist 12, 227 (1963)
31. GRUBER, F. Blutvolumenbestimmung.
Anaesthesist 14, 314 (1965)
32. HEGEMANN, G. Kirschners Operationslehre Bd.I/2
Springer Berlin-Göttingen-Heidelberg (1958)
33. HEGEMANN, G. Blutung und Blutersatz.
In: Lehrbuch der Chirurgie
Thieme Stuttgart (1962)

34. HOFFMANN, V. Operationen bei Menschen im höheren Lebensalter.
Münch. Med. Wschr. 97, 1081 (1955)
35. HOFFMANN, G. Blutvolumenbestimmung mit Radio-Chrom.
Anaesthesist 11, 238 (1962)
36. KAPLAN, E.
PUESTOW, R.
BAKER, L.
KRUGER, S. Blood Volume in congestive heart Failure as determined with iodinated Human Serum Albumin.
Amer. Heart Journ. 47, 824 (1954)
37. KIRCHNER, E. Fehler und Gefahren der prae-operativen Kreislauftherapie in der Alterschirurgie.
Dtsch. Z. Chir. 298, 131 (1961)
38. KIRCHNER, E. Die Bedeutung des Volumenmangels bei der Narkoseeinleitung.
Anaesthesist 11, 132 (1962)
39. KIRCHNER, E. Die Behandlung der akuten tonischen Kreislaufinsuffizienz.
Bibl. haematol. vol. 16,
Karger Basel/New York (1963)
40. KIRCHNER, E. Schock und Kollaps.
In: Handbuch der Gesamten Unfallheilkunde. Bd. I, S. 309
Enke Verlag Stuttgart (1963)
41. KIRCHNER, E.
HUNDESHAGEN, H.
GRAUL, E. H. Über die Fehlerbreite der Blutvolumenbestimmung mit RISA im Volemetron.
Atompraxis 9, 373 (1963)
42. LILLEHEI, R.C. Das Wesen des irrevesiblen Schocks.
Schock, Pathogenese und Therapie.
Springer Verlag Berlin (1962)
43. NONINDEZ, I. F. Studies on the Innervation of the Heart Nerve Ending in the large Arteries and Veins.
Amer. J. Anat. 61, 203 (1937)
44. PAINTAL, A. S. A Study of Right and Left Receptors.
J. Physiol. 120, 596 (1953)

45. PARSONS, W.H.
WILLIAMS, W. T.
FORSYTHE, L. J. The clinical significance of
blood volume determined.
Ann. Surg. 135, 791 (1952)
46. PAERCE, I. W. A current Concept of the
Regulation of Blood Volume.
Brit. Heart Journ. 23, 66 (1961)
47. PEDEN, J. C.
MAXWELL, M.
OHIMA, A.
MAYER, C. A. A consideration of indications
for praeoperative transfusion
based on analysis of blood
volumes and circulating proteins
in normal and malnourished
patients with and without cancer.
Ann. Surg. 151, 303 (1960)
48. PRICE, P. B. Blood volume in health and
disease.
J.A.M.A. 145, 781 (1951)
49. REEVE, E. B.
ALLEN, T. H.
ROBERTS, I. E. Blood Volume Regulation.
Ann. Rev. Physiol. 22, 349 (1960)
50. REHN, J. Die Behandlung der Verbrennungs-
krankheit.
Med. Klin. 58, 799 (1963)
51. REMINGTON, J. W.
BAKER, C. H. Evaluation of blood volume
measurement, techniquis.
Circulation Res. 9, 60 (1961)
52. ROCHLIN, D. B.
SHOHL, T.
BLAKEMORE, W. S. Blood volume changes associated
with essential hypertension.
Surg. Gynec. Obstet. 111, 569
(1960)
53. SJOSTRAND, T. The regulation of the Blood
Distribution in Man.
Acta Physiol. Scand. 26, 312
(1952)
54. SJÖSTRAND, T. Blutverteilung und Regulation
des Blutvolumens.
Klin. Wschr. 34, 61 (1956)
55. SKLAROFF, D. M. Blutvolumen bei alten chirurgi-
schen Patienten.
Amer. J. Roentgenol. 75, 1082
(1956)
56. SOLOMON, N.A. Blood Volume.
Anesthesiology 24, 231 (1963)

57. SCHMIDT, L. A.
JOB, V.
FLOTTE, C. T.
HODGSON, P. E.
McWATT, B. S. Blood Volume Changes in the
aged.
Surgery 40, 939 (1956)
58. SCHOLER, H. Das Blutvolumen, eine klinisch
relevante, aber wesensmäßig un-
bekannte Betriebsgröße.
Bull. Schweiz. Akad. Med. Wiss.
Vol. 19 Fasc. 4-6, p. 235
59. SCHOLER, H.
SCHNÖS, M. Probleme des Blutvolumens in der
Cardiologie. Hinweis auf ein
neues Gerät auf Isotopenbasis.
Cardiologia 42, 74 (1963)
60. SCHRÖDER, J.
BORNER, W.
QUALO, R. Abhängigkeit der zirkulierenden
Blutmenge von der Körperzusammen-
setzung.
Zeitschr. Kreislaufforsch.
47, 714 (1958)
61. SCHWAIGER, M.
LÜTTICHAU, E. v.
SCHMEISER, K. Blutvolumen bei chirurgischen
Erkrankungen.
Chirurg 23, 150 (1952)
62. SCHWAIGER, M. Die Bedeutung der Blutvolumenver-
hältnisse für die Entstehung des
chirurgischen Schocks.
Deutsch. Gesellschaft f. Chir.
69. Tagung (1952)
63. TAKINO, M. ref. 26
Japanese Circ. J. 15, 1 (1954)
64. TAYLOR, H. L.
ERICKSON, L.
HENSCHEL, A.
KEYS, A. The Effect of Bed Rest on the
Blood Volume of normal young Man.
Amer. J. Physiol. 144, 227 (1945)
65. VEREL, D. Blood volume changes in cyanotic
heart disease and polycythemia
rubra vera.
Circulation 23, 749 (1961)
66. WALHUND, H. The total Amount of Hemoglobin
and the Blood Volume in Poly-
cythemia vera treatet with
Radiophosphorus.
Acta Med. Scand. 150, 199 (1954)
67. WARDWORTH, G. R. The Blood Volume in normal Women.
Blood 9, 1205 (1954)

68. WKLANDER, O. Calculation of the Total Blood Volume.
Dept. of Surg. and Dept. of Clin. Physiol., Stockholm, Suppl. 208 (1956)
69. WILLIAMS, J. A. Measurement of Blood Volume with a new Apparatus.
New Engl. J. Med. 264, 842 (1961)
70. WOLLHEIM, E. Zur Funktion der subpapillären Gefäßplexus in der Haut.
Klin. Wschr. 2134 (1927)
71. WOLLHEIM, E.
SCHNEIDER, K.W.
ZISSLER, J.
EIFERT, M. Veränderungen der aktiven Plasma- und Blutmenge nach Plasma- und Bluttransfusionen.
Cardiologia 21, 320 (1952)
72. WOLLHEIM, E.
BECKER, G.
SCHNEIDER, K. W. Bestimmung der aktiven Blutmenge mittels Evans Blue, radioaktivem p^{32} und Cr^{51} .
Klin. Wschr. 36, 800 (1958)
73. ZISSLER, J. Die aktive Blutmenge kompensierter und dekomensierter Patienten.
Archiv f. Kreislaufforsch. 35, 102 (1961).

Herrn Prof. Dr. E. Kirchner danke ich für die
Überlassung des Themas und seine wertvollen
Hinweise bei der Anfertigung der Arbeit.

Lebenslauf

Am 11. 1. 1941 wurde ich als Tochter des Beamten Johannes Kunkel und seiner Ehefrau Ilse, geborene Brose, in Berlin geboren. Im Herbst 1946 erfolgte in Berlin-Buckow die Einschulung in die Grundschule. Später wurde ich Schülerin des Leibniz-Gymnasiums in Berlin-Kreuzberg. An dieser Schule legte ich am 26. 2. 1959 die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1959 begann ich das Studium der Medizin an der Freien Universität Berlin. Nach dem Wintersemester 1961/62 bestand ich das Physikum. Die klinischen Semester habe ich an der Philipps-Universität Marburg studiert und hier am 15. 9. 65 das medizinische Staatsexamen bestanden.

Danach war ich vier Monate als Medizinalassistentin an der Chirurgischen Universitätsklinik Marburg tätig. Anschließend arbeitete ich 10 Monate auf der Inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses Berlin-Steglitz und einen Monat auf der Röntgenabteilung des Städtischen Krankenhauses Berlin-Neukölln. Z. Zt. bin ich auf der Geburtshilflich-gynäkologischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Berlin-Spandau beschäftigt.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren
und Dozenten

in Berlin: Clemens, Drawert, Dulce, Fischer, Goerke,
Günther, v. Herrath, Honerjäger, Jahr, Lautsch,
Manecke, Schütte, Schwarz, Stein,

in Marburg: Beckmann, Berendes, Bock, Braun-Falco, Dölle,
Exner, Gedigk, Gross, Hama, Hartmann, Heuser,
Hildebrandt, Hornung, Huber, Jacob, Kirchner,
Lang, Linneweh, Martini, Maurath, du Mesnil de
Rochemont, Neubauer, Nieth, Overbeck, Sauer,
Schadewaldt, Schleyer, Schmid, Schölmerich,
Schwaiger, Siegert, Siess, Straub, Streicher,
Würterle

